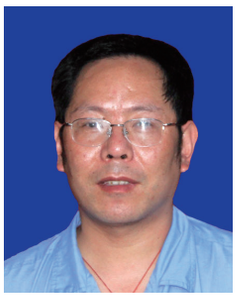

电站锅炉空气预热器T型钢焊接变形控制

王东志

【摘要】针对东方锅炉空气预热器T型钢焊接焊缝不对称，易产生焊接变形，并且焊后校形难度大，时间长的问题。通过改进T型钢的生产工艺和焊接工艺，减小焊接变形，使T型钢达到焊接后满足设计要求，取消矫形工序，提高生产效率的效果。

关键词：电站锅炉；预热器；T型钢；焊接变形

1. 概述

T型钢是空气预热器重要的密封件，由圆弧板和腹板焊接而成。圆弧板用16mm厚钢板下料后卷制成，腹板用10mm厚钢板数控气割割成圆弧。原生产工艺为：在圆弧板上划线装配腹板，圆弧板与腹板贴紧点焊，并用钢板尺检测腹板的平面度，焊接时焊好一面再焊另一面。T型钢结构如图1所示。

现场将24件T型钢拼焊成一个整圆，利用专用刀具加工圆弧板外圆。由于理论单边只有6mm加工厚度，因此要求焊接后用样板检测圆弧，间隙小于2mm。在实际生产过程中，焊缝在圆弧板一面焊接，内圆弧侧焊接应力较大，有的还会使T型钢发生扭曲变形，增加了校圆弧的难度。有的矫好形后，因焊接应力作用，造成圆弧回弹，现场安装时发现圆弧直径相差较大，加工余量增大，加工后T型钢圆弧板厚度减薄太多，不仅降低了T型钢的强度，而且增加了安装人员的工作量，受到电厂的经济索赔。同时，T型钢焊接后矫形的工作量较大，效率低，已经严重制约了T型钢的生产。因此，必须改进T型钢的加工工艺和焊接工艺，使T型钢装焊后满足设计要求。

2. T型钢装焊后检测要求

东方锅炉预热器制造标准要求：对于设计图样标明现场需要进行机械加工的T型钢，外圆弧与样板之间的最大间隙≤2mm，腹板平面度≤2mm；翼缘外表面相对于腹板垂直度≤2mm。样板长度不得小于1500mm。制造厂应100%自检并做记录，东锅审查记录并抽检，抽查不小于5件，如有问题双倍抽查，直至100%。

3. 变形分析和控制措施

（1）变形分析　①T型钢焊缝在圆弧板一面焊接，焊接应力全部集中在圆弧内侧，焊接完后圆弧变小。②采用较大的焊接参

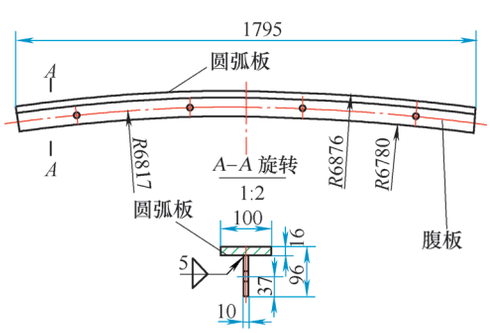

图　1

数，焊接变形大。③焊接顺序选择不当，焊完一侧再焊另一侧，容易使T型钢发生扭曲。④无法预留反变形量。

（2）控制措施 ①设计制造T型钢装焊工装，采用刚性固定法，将圆弧板强制固定在工装上，以减少焊接变形。在焊接完毕待T型钢冷却后，T型钢从工装上拆下。②焊接时，两个焊工从两侧同步对称焊接。③严格控制焊接热输入，采用小的焊接参数和快速焊。

4. 控制方案的实施

（1）T型钢装焊工装的设计 ①装焊工装的设计原理：T型钢的结构在焊接时无法预留反变形余量，装配时用压板和紧固件把T型钢的圆弧板压紧在工装弧板上，采取外力强制固定T型钢后焊接，待T型钢自然冷却，焊接应力释放后，再将T型钢从装焊工装上拆下。②T型钢装焊工装如图2所示。

（2）焊接方法及参数的选择 焊接方法的选择：采用CO_2气体保护焊，具有以下优点：①焊接速度快，生产效率高，不仅操作方便、灵活、易于掌握，而且成形美观。②在同等焊接条件下，CO_2气体保护焊的生产效率是普通焊条电弧焊的1~5倍。③由于电弧热量集中，加热面积小，加上CO_2气体的冷却作用，因此工件的焊接变形容易控制。

焊接参数的选择：影响CO_2气体保护焊焊接的主要因素有：

第一，焊丝直径：焊丝直径应根据焊件厚度、焊接位置及生产效率要求来选择。它对焊缝的形状尺寸有一定的影响，焊丝越细，熔深越大。薄板焊接采用ϕ1.2mm的药芯焊丝，焊接变形小，焊缝成形好。

第二，焊接电流和焊接电压：大多数CO_2气体保护焊工艺都采用短路过渡焊接，焊接电流与电弧电压是关键的参数。通常情况下，焊接电流小时，电弧电压较低；焊接电流大时，电弧电压较高。为了保证焊接稳定，使焊缝成形良好、飞溅减少，避免产生焊接缺陷，电弧电压和焊接电流要相互匹配。

第三，焊接速度：焊接速度对熔深和焊缝的形状影响最大，对焊缝的力学性能、缺陷的产生也有影响。在焊丝直径、焊接电流和电弧电压一定的情况下，焊接速度增加，使焊缝的熔深和宽度减小，容易产生咬边、未焊透和未熔合等缺陷；过慢时，生产效率低，焊接变形大，焊缝成形差。

第四，气体流量：主要是对保护性能有影响，CO_2保护气流要有一定的挺度，免受空气的污染和破坏。CO_2气体流量与焊接电流、焊接速度、焊丝伸出长度及喷嘴直径等有关。气体流量应随焊接电流的增大、焊接速度的增加和焊丝伸出长度的增加而加大。如果CO_2气体流量太大，在高温下的氧化作用，会加剧合金元素的烧损，使焊缝容易产生气孔等缺陷；反之，则气体流层挺度不强，对熔池和熔滴的保护效果不好，也容易使焊缝产生气孔等缺陷。

第五，焊丝的伸出长度：是指导电嘴端部到焊接的距离，而保证焊丝的伸出长度不变是保证焊接过程稳定的基本条件之一。当焊丝伸出长度过大时，容易产生过热而成段熔断，使气体保护效果变差，飞溅严重，焊接过程不稳定；反之，当焊丝伸出长度过小时，飞溅金属容易堵塞喷嘴，影响气体保护效果，且阻挡焊工视线。

第六，电源极性和焊丝位

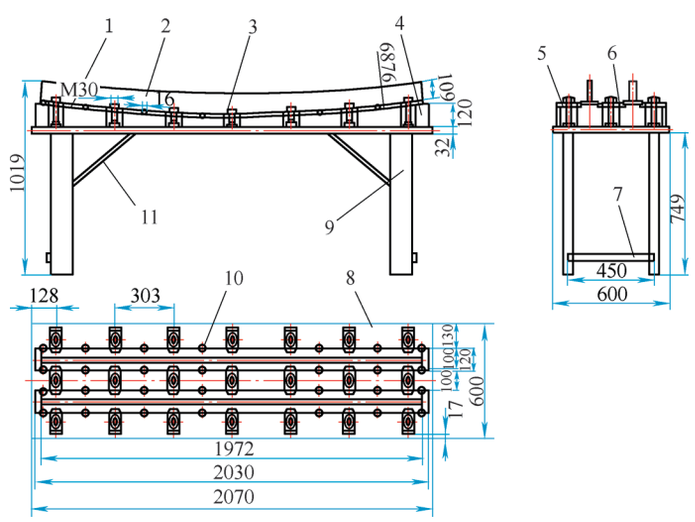

图 2

1.圆弧板 2.腹板 3.M30螺栓和螺母 4.工装弧板 5、6.压板 7、11.筋板 8.钢板 9.槽钢 10. 定位块

置：为了减少飞溅，一般都采用直流反接，即工件接负极，焊枪接正极。

第七，T型钢的焊缝为角焊缝。由于角焊缝焊接时易产生咬边、未焊透、焊缝下垂等缺陷，所以应控制焊丝的角度。不等厚板时，焊丝的倾角应使电弧偏向厚板，板厚越厚，焊丝与其夹角越大。对于焊脚为5～8mm的角焊缝，采用单层单道焊，焊枪指向(焊丝)距根部1～2mm 处；对于焊脚<6mm的焊缝， 采用直线移动法焊接。

总之，选择合适的焊接参数，不仅能提高焊接效率和减少焊接飞溅，而且焊缝成形美观。具体的焊接参数如附表所示。

T型钢焊接时由两名熟练焊工按照图3要求从中心对称向两端焊接。待T型钢冷却后，松开紧固件，取下两件T型钢，再进行下两件T型钢的装配。

5. 工艺实施结果

（1）按此工艺方案进行T型钢的装焊后，其圆弧用样板检查，间隙<1.5mm，腹板平面度<1.5mm；翼缘外表面相对于腹板垂直度<1.5mm。符合设计及相关标准要求，达到了预期效果和目的。

（2）采用CO_2气体保护焊，选择合适的焊接参数，不仅减小了焊接变形，而且缩短了T型钢需要冷却的时间，提高了T型钢的装焊效率。

（3）取消了T型钢装焊后的矫形工序，不仅缩短了一半的T型钢生产周期，而且降低了生产成本。

6. 结语

此工艺方案有效地解决了圆弧类结构件焊接变形的问题，一方面将圆弧板强制固定在工装圆弧上，另一方面选择合适的焊接方法和焊接参数，减小焊接变形。多台空气预热器T型钢用此工艺方案装焊后，T型钢检测满足设计要求，再没有受到现场安装公司反馈。

焊接参数

焊丝牌号	焊丝规格/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min^{-1}	气体流量/L·min^{-1}	电源极性	焊丝外伸/mm	保护气体
CH170	ϕ1.2	260~290	30~40	250~280	6~15	直流反接	12~14	CO_2

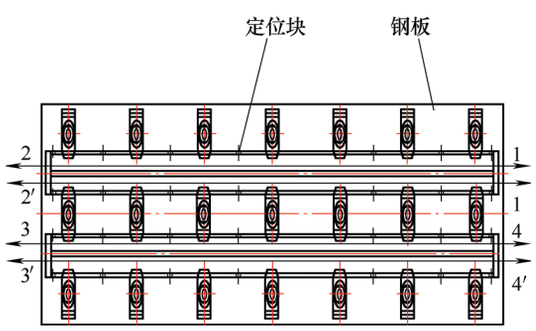

图 3

作者简介：王东志，东方电气河南电站辅机制造有限公司。

MW 20161123

更正通知

本刊2016年第22期第44页图12~图14有误，现更正如下：

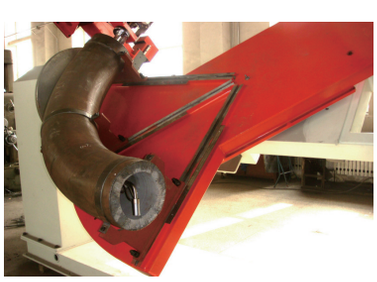

图12 45° 启焊位置 堆焊完成1/8

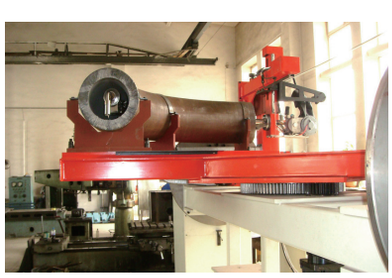

图13 90° 启焊位置 堆焊完成1/4

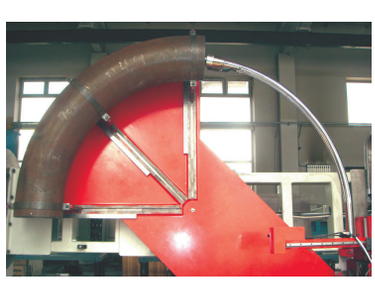

图14 180° 启焊位置 堆焊完成1/2

本刊编辑部